

7) とは、耐熱性かつ柔軟性を有する樹脂材 (9a) 及び該樹脂材 (9a) に内包された熱伝導性の配合材 (9b) からなる密着材 (9) を介して、接触していることを特徴とする請求項1及び1.4ないし1.6のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項1.9】 半導体素子 (1) と、この半導体素子 (1) と接触し前記半導体素子 (1) とを備える半導体装置 (7) において前記半導体素子 (1) 樹脂部 (9a) の表面から突出させた状態で、前記密着材 (9) を前記絶縁基板 (2、3) と前記放熱体 (5、7) との間に介在させたことを特徴とする請求項1.9に記載の半導体装置。

【請求項2.1】 前記樹脂部を少なくとも前記樹脂材 (9a) の表面から突出させた状態で、前記密着材 (9) を前記絶縁基板 (2、3) と前記放熱体 (5、7) との間に介在させたことを特徴とする請求項2.3に記載の半導体装置。

【請求項1.4】 半導体素子 (1) と、この半導体素子 (1) を接觸する絶縁基板 (2、3) と、この絶縁基板 (2、3) に接觸配置され前記半導体素子 (1) から発生する熱を放熱するための放熱体 (6、7) とを備える半導体装置において、

前記絶縁基板 (2、3) と前記放熱体 (6、7) の間にには、耐熱性かつ柔軟性を有する樹脂材 (9a) 及び該樹脂材 (9a) に内包された熱伝導性の配合材 (9b) からなる密着材 (9) が介在されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項1.5】 前記樹脂材 (9a) は、弹性率が1.0MPa以下の熱伝導性樹脂であることを特徴とする請求項1.2または1.4に記載の半導体装置。

【請求項1.6】 前記配合材 (9b) は、A、B、C、U、N1、A1、S1n、蓋化アルミ、炭化珪素、蜜化珪素、カーボンブラック、シリコン、ダイヤモンド、焼却繊維、カーボンフラーク、またはこれらの混合物からなることを特徴とする請求項1.2、1.4及び1.6のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項1.7】 前記配合材 (9b) は、複数の粒子が連結したものがからなることを特徴とする請求項1.2及び1.4ないし1.6のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項1.8】 前記配合材 (9b) は、複数の粒子が凹凸形状に変形させた者がからなることを特徴とする請求項1.2及び1.4ないし1.6のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項1.9】 前記配合材 (9b) は、複数の粒子を纏めたものがシューであることを特徴とする請求項1.2及び1.4ないし1.6のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項2.0】 前記配合材 (9b) は、波形もしくは凹凸形状に変形させた者がからなることを特徴とする請求項1.2及び1.4ないし1.6のいずれか1つに記載の半導体装置。

【請求項2.1】 前記配合材 (9b) は、柔軟性を有する芯材 (91b) とこの芯材 (91b) を覆う熱伝導性の放熱層 (92b) との2層構造からなることを特徴とする請求項1.2及び1.4ないし1.6のいずれか1つに記載の半導体装置。

半導体素子とは、通常、半導体素子を搭載する絶縁基板を介して接触し、半導体素子から放熱体へ熱を逃がすように放熱路を形成しており、放熱性を高めるために、両者の凹凸やねり等による隙間を埋めて密着性を高める。

一方で、一般的に、密着材として放熱性的グリースを両者間に介在させている。

【請求項1.6】 しかし、本発明等の検討によれば、放熱グリースにおいては、オイルを主成分としているため、オイルが漏れだし上記密着性が悪くなってしまった。

そこで、本発明は上記種々の実用上の問題点に鑑みて、半導体素子を放熱構成において、新規な実用構成を得ることを第1の目的とし、組付性の容易化を図ることを第2の目的とし、構造の簡素化を図ることを第3の目的とし、半導体素子を搭載する絶縁基板と放熱体との間の密着性を良好に維持することを第5の目的とする。

【請求項1.7】 【課題を解決するための手段】 本発明等では、上記種々の目的を少なくともいずれか1つを達成するため、既往の技術を行いつつも、以下に挙げる具体的手段を提供する。

即ち、請求項1記載の発明においては、半導体素子 (1) を放熱構成において一対の絶縁基板 (2、3) で挟んで支持させる支持部材 (8) と、支持部材 (8) の挿入方向に押圧して支持部材 (5) を挿入された際に放熱部 (7) により突出部向面 (5a) を突出部 (7a) に押圧する押圧部材 (4) と四部 (72) にて圧接する押圧部材 (6、14) とから構成している。

【請求項1.8】 また、請求項5記載の発明も、請求項1及び請求項2記載の半導体装置の具体的手段を提供するものである。即ち、放熱体を、請求項3と同様の冷却プロック (6) より構成し、冷却プロック (7) は、基台部 (7a) と、この基台部 (7a) から同一方向に突出する第1の突出部 (7b) 及び第2の突出部 (7c) を有するものとし、冷却プロック (7) における基台部 (7a) と第1の突出部 (7b) 及び第2の突出部 (7c) により囲まれる空間により構成している。

【請求項1.9】 また、請求項6記載の発明も、請求項1及び請求項2記載の半導体装置の具体的手段を提供するものである。即ち、放熱体を、請求項3と同様の冷却プロック (6) より構成し、冷却プロック (7) は、基台部 (7a) と、この基台部 (7a) から同一方向に突出する第1の突出部 (7b) 及び第2の突出部 (7c) を有するものとし、冷却プロック (7) における基台部 (7a) と第1の突出部 (7b) 及び第2の突出部 (7c) により囲まれる空間により構成している。

【請求項1.10】 それによつて、半導体素子 (1)、一对の絶縁基板 (2、3) 及び固定部材 (6、8) の各部材が、放熱体 (6、7) に対して一向方向から挿入可能となるから組付けができる。さらに、本発明では、各部材が放熱体 (6、7) に対して一向方向から挿入可能であるため、半導体素子 (1) が複数個の場合でも、放熱体 (6、7) の電子配線面に複数個の凹部 (72) を自由に2次元的に配置でき、素子の配線自由度が高くなるという利点もある。

【請求項1.9】 そして、複数個の凹部 (72) を放熱体 (5) に設けた場合、請求項2記載の発明のよう

に、固定部材 (6、8) の各部材 (72) にて同一方向から挿入された基板 (4) の全てに対して同一方向から同時に挿入されることの可能な一括抜きえ部材 (20) を、各々の凹部 (72) に有したものとすれば、複数個の基板部材 (8) と、支持部材 (6、8) の挿入方向に押圧して冷却プロック (7) を第1の突出部 (7a) 方向に挿入された際に、放熱部材 (8) にて支持させる支持部材 (8) と、支持部材 (6) を挿入方向に押圧して基板部材 (4) を四部 (72) にて圧接する押圧部材 (6) とから構成したことを特徴としている。

【請求項1.11】 それにより、請求項3の発明と同様に、基板部材 (4) を面プロック (5、7) の間に圧接保持できるので、半導体素子 (1) を両側から放熱することが可能となる。また、請求項6記載の発明は、請求項5における固定部材 (6、8) の具体的手段を提供するもので、冷却プロック (7) にて同一方向に押圧して冷却プロック (6) を第1の突出部 (7a) 方向に挿入された際に、放熱部材 (8) にて支持させる支持部材 (8) と、支持部材 (6) の挿入方向に押圧して放熱プロック (5) を挿入方向に押圧して基板部材 (4) を四部 (72) にて圧接する押圧部材 (6) とから構成したことを特徴としている。

【請求項1.12】 また、請求項3記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の半導体装置の具体的手段を提供するものである。即ち、放熱体を、請求項1及び請求項2記載の半導体装置においては、各部材の配線自由度が高くなることを利用して、組付に手間がかかる等、組付性の問題を生じる。また、半導体装置の搭載性についても、例えば電気自動車等のインバータに用いる場合、半導体装置は、両面エンジルーム内の限られたスペースに搭載されるが、放熱体が組付けられることで、装置が複雑化または大型化することにより、搭載性に問題が生じる。

【請求項1.13】 更に、複数個の半導体素子を備える半導体装置においては、一つの半導体素子毎に放熱体を組付けたり、放熱体との配線関係によっては各半導体素子の配置に制約が生じる等の問題も生じる。また、放熱体と半

【求項4及び請求項6記載の押圧部材（6）を熱伝導性を有する部材から成れば、より放熱性が向上する。また、請求項8記載の説明では、半導体素子（1）を熱伝導性を有する一对の絶縁基板（2、3）で挟んでなる一方の基板体（4）と、各基板体（4）における半導体素子（1）から発生する熱を放熱するための放熱体（5、7）と、各基板体（4）に接する共通の押圧部材（6）とを備え、押圧部材（6）を放熱体（7）に支持するごとに、各基板体（4）を押圧して放熱体（5、7）に固定させようとしたことを特徴としている。

【0016】それにより、1つの押圧部材（6）で一对の基板体（4）を固定できるから、組工数が低減でき、組付が容易となる。また、請求項9記載の説明では、半導体素子（1）及び該半導体素子（1）を搭載する放熱基板（2、3）からなる複数個の基板体（4）を備える半導体装置において、各半導体素子（1）から発生する熱を放熱するための放熱体（5、7）の内部に、基板体を介して接続し、半導体素子から放熱基板へ熱を逃がす構造である。

【0020】また、請求項13記載の発明においては、半導体素子（1）と接触し半導体素子（1）から発生する熱を放熱するための放熱体（7）において、半導体装置（1）搭載部と反対側の部位（71a）を、平坦面としたことを特徴とすれば、搭載相手（例えば、モータの外面等）への接続性が容易となる。

【0021】ここで、請求項14ないし24記載の発明は、請求項12記載の密着材について、更に焼結した結果に基づいてなされたものである。上述のように、放熱体と半導体素子とは、通常、半導体素子を搭載する絶縁基板を介して接続し、半導体素子から放熱基板へ熱を逃がす構造である。

めには、放熱体と絶縁基板との密着性が重要である。このにおいて、密着材として放熱性のグリースを使用すると、電子の表面により低粘度化されてオイルが漏れてしまつ。

[0021]また、高熱伝導性を有する接着剤としては導電性ペーストまたは導電性接着剤があるが、これは本来、電気導電性を確保するためのものである。これらは、一般的にシール脂中に粒状のモーラを混入したものを使っている。本発明者等の検討によれば、ペーストまたは導電性接着剤を密着材に用いた場合、樹脂ペースト

して強くなつた形で介在しているため、繋子
って熱応力がかかると相が強位によりクラッ
クにされ、このクラックにより発生する隙間に
て熱吸収能と熱緩和能との間に介在して両者の応着
維持できる密着材ではなく、本発明者等は、密

【0023】即ち、請求項14記載の発明においては、半導体電子(1)を搭載する絶縁基板(2、3)に接触配置された放熱体(5、7)を備える半導体装置において、絶縁基板(2、3)と放熱体(5、7)との間に、面熱性かつ柔軟性を有する樹脂材(9a)及び樹脂脂材(9b)に内包された熱伝導性の配合材(9c)からなる熱導管材(9)が介在されていることを特徴とする。

【0019】また、請求項12記載の発明では、請求項1ないし11記載の基板体(4)と放熱体(6、7)とは、面熱性かつ柔軟性を有する樹脂材(9a)及び樹脂脂材(9b)に内包された熱伝導性の配合材(9c)からなる熱導管材(9)を介して、接触していることを特徴としている。本発明では、基板体(4)と放熱体(5、7)との接触界面、すなはち絶縁基板(2、3)と放熱体(5、7)との接触界面において、密着材(9)の介

【0024】それによって、絶縁基板(2、3)と放熱体(6、7)との接触界面において、密着材(9)の介在により、請求項12記載の発明と同様の作用効果を発する。ここで、本発明者らの検討によれば、樹脂材(9a)は、請求項15記載の発明のように、弾性率が1.0 MPa以下、好ましくは0.1 MPa以下の熱膨張率であることが好ましく、配合材(9b)は、請求

図 16 記載の物質を用いることが好ましい。
【0025】また、請求項 17 記載の発明では、配合材 (9b) を、大きさの異なる複数の粒子から構成しているから、樹脂 (9a) へ効率よく充填させることができ、放熱性向上ができる。また、請求項 18 記載の発明中、右側) を示す。半導体粒子 1 は、本例では平板状の IGBT チップ 1a 及び FWD (フライホイールダイオード) チップ 1b からなる。ここで、両チップ 1a は、直流-交流変換を行なうインバータにおける主要電子を構成している。

のとしても、樹脂材（9-a）への充填を効率の良いものにできる。

[0026]また、請求項1-9ないし請求項2-2記載の発明は、それぞれ、配合材（9-b）の具体的手段を提供するものである。また、請求項2-3記載の発明は、配合材（9-b）を、繊維または繊維を纏った布もしくはメッシュと組合して請求項1-9記載の配合材（9-b）において、繊維を放熱方向に合わせて配置させたことを特徴としている。それによつて、繊維の両端が、絶縁基板（2、3）と放熱性（5、7）に接し、この繊維方向に放熱によって、うら付けにより取り付けるように構成しても良好な構造が確保される。

説明する。電極バーン 2 1 は、図 6 (a) に示す様に、長方形の基板部 2 1 a と、この基板部 2 1 a の図 6 (a) 右上端部に上方に向けて尖突されて絶 基板 2 か らはみ出した外部配線接続用の端子部 2 1 b とから構成されている。これら両部 2 1 a、2 1 b は一体形成され ている。

【0034】電極バーン 2 1 の基板部 2 1 a には、1 GBTチップ 1 a 及びFWDチップ 1 b がろう付け（例えば半田付け）されている。この場合、GBTチップ

【0028】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示す一例であ る。

【0029】

【図明の実施の形態】（第1実施形態）本実施形態は、本明の半導体装置を、半導体素子としてのIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）を水冷式の液体で冷却するIGBTモジュールであって、ハイブリッド車等におけるパンタリモーダーの間で直流-交流変換を行なうインバータに適用している。

【0036】次に、絶縁基板3の半導体チップを挿入側の面、即ち内面3aには、図5（b）に示す様に、電極21にろう材（例えば半田材）を介して接合されている。

BTモジュール) 1.0の概略全体構成を示す一部を透視(図1にて透視部分は一点傾線で示す)した斜视図、図2は図1のA矢印図、図3は図2のB-B断面図、図4は図3を部分拡大した断面図である。半導体装置1.0の概略を述べると、図1～図4に示す様に、半導体装置1.0は、一対の高熱伝導性の絶縁基板2、3の間に複数個の半導体素子1を挟んで基板体4を構成した後、放熱ブロック5及び6によつて、冷却プロセスにより直接取り付けられている。この場合融着にてえて、ろう付けにより取り付けにより取り付けるよう構成しても良い。

【0036】ここで、まず、電極パターン3.1の形状について説明する。電極パターン3.1は、図5(b)に示す様に、長方形の基部部3.1aと、この基部部3.1aの図5(b)左上端部に上方に向けて配置されており、基部3から出出した外部配線接続用の端子部3.1bとから構成されている。これら両部3.1a、3.1bは一体形成されている。

【0037】そして、基部部3.1bには、長方形をなす接合部3.3及び3.4が前方(図6(b)にて紙面上方)にかけて配置されている。この場合、接合部3.3の

【0031】次に、各部の詳細について述べる。ここで、図6(a)、(b)に、基板体4の詳細、成形を示す。図6ににおいて、(a)は半導体素子1及び基板2(図4中、左側)を示し、(b)は絶縁基板3(図4中、右側)を示す。

大きさは、IGBTチップ1のエミッタ電極11とほぼ等しいか、または若干小さく設定されていると共に、突き出しあ寸法は例えば0.5mm程度に設定されている。また、接合部3.4の大きさは、FWDチップ1bの表面側電極1bとほぼ等しいか、または若干小さく設定されていると共に、突き出しあ寸法は例えば0.5mm程度に設定されている。

【0043】一方、電極バーン3.2には、外方(図5(b)にて紙面上方)にむけてほぼ正方形をなす接合部3.5が実現されている。この場合、接合部3.5の大きさは、IGBTチップ1のゲート電極1.2とほぼ等しいかまたは若干小さく設定されていると共に、突き出しあ寸法は例えば0.6mm程度に設定されている。これら接合部3.3、3.4、3.6は、モリブデンやタンジン等で構成されており、それぞれ電極バーン3.1、3.2の上面に例えばばらう付けにより直接受けられている。

【0044】そして、これら接合部3.3、3.4、3.6の上面に、うず材(例えば、はんだ付け)を印刷等により取り付け、半導体素子1及び2枚の絶縁基板2、3を重ね合わせると、IGBTチップ1のエミッタ電極1.1及びゲート電極1.2a、FWDチップ1bの表面電極1.1bが、それぞれ、絶縁板3の接合部3.2、3.3、3.4にうず付けされて当接する。

【0045】縫いて、上記各当接部分を加熱炉等を用いて加熱することによりリフローを行う。これにより、上記各当接部分がうず付け(はんだ付け)されて接合される。こうして、基板体4が形成される。なお、電極バーン2.1、9.1は、その端部に設けられた貫通穴2.1c、3.1cにて棒状の電極を通してボルト等で締結固定することにより、両バーン2.1、3.1のうち、一方をバンティリに他方をモータに接続する。また、電極バーン3.2は、ワイヤボンディング等により、外板側回路等に接続する。

【0046】次に、各プロック7は、半導体素子1の配列方向に並びる主流路7.0dと、主部路7.0dから各突出部7b内に並びる副主流路7.1dとから構成された単一の冷媒流路である。この冷媒流路7.0dは、図示しない冷媒Wの出入り口を有し、車両の冷却水タンク等と配管されて、例えば、半導体素子1の配列方向に水が流れようになっている。

【0047】本例では、図4中のネジ8から左側部分においては、第1放熱プロック5は、平面6.1にて絶縁基板3の外側面と接続し、平面(基板部接続面)5bにて冷却プロック7の基部7.0aの平面7.0aと接続し、斜面6cにて第2放熱プロック6の台形斜面6bと接続してある。また、冷却プロック7は、突出部7bの平面7.0bにて絶縁基板2の外側面と接続している。

【0048】一方、図4中のネジ8が通る穴6.1が形成されている。これら放熱プロック5、6は、アルミニウム等の金属等の金属等の金属等に形成される。アルミニウムカスト加工等により形成される。

【0049】一方、冷却プロック7内部には、冷媒W(例えば水等)が通る冷媒流路7.0dが半導体素子1の配列方向に並びるように形成されている。

放熱プロック5と冷却プロック7との接触界面において、各面は、上記図1～図4では図示していないが、高熱伝導熱材9を介して接触している。この高熱伝導放熱材9は、耐熱性かつ柔軟性を有する樹脂材及び導熱樹脂材に内包された熱伝導性の配合材からなる密着材で、各接合界面において、接合部材同士の密着性及び熱伝導性を確保して放熱性を高めるものである。

【0050】詳しくは、図6に示す様に、高熱伝導放熱材9は、樹脂材9の中に上記配合材としての高熱伝導基板2、3の外面及び凹部7.2の両平面6a、7.0bの少なくとも一方に、液状の高熱伝導放熱材9を密着する。また、上述した手順にて形成された基板体4の各絶縁部9とも一方に、液状の高熱伝導放熱材9を密着する。

【0051】そして、放熱プロック5を、冷却プロック6を、冷却部7に固定する。ここで、凹部7.2ににおいて、両平面6a、7.0bの間を、基板体4の厚み以上に開隔を開けておく。そして、基板体4を図4にて上方から凹部7.2に挿入し、両プロック6を、グローブネジ穴7cに組み応するように、冷却プロック7に置く。

【0052】次に、ネジ8を、図4にて第2放熱プロック6の上方から、両穴6a、7cに挿入し締結する。このとき、ネジ8を挿入していくと、両放熱プロック6、6の斜面5c、6bの形状作用により、第2放熱プロック6は第1放熱プロック5の斜面5cに沿って挿入方向に滑る。そのため、左右一対の第1放熱プロック6が押しつぶされ各基板体4を押圧し、各基板体4が凹部7.2内部に各プロック6、7に正確固定される。こうして、半導体装置1.0が完成する。

【0053】なお、図3及び図4に示す例では、電源バーン2.1、3.1における貫通穴2.1c、3.1c側の端部が、同一方向(図中の上方)に取り出されているが、この取り出しが方向は限定されるものではなく、例えば、全て図3及び図4中の紙面垂直方向に取り出したものとしても良いし、個々の基板体4毎に異なった方向へ販出したものとしても良い。

【0054】次に、本実施形態の放熱作用について、図4中のネジ8から左側部分を例にとって述べる。IGBTチップ1a及びFWDチップ1bで発生する熱は、1.8により、第2放熱プロック6を介して第1放熱プロック6の斜面6cが押圧されている。それによつて、第1放熱プロック6へと、平面6aは、冷却プロック7の突出部7b、7.0bにて絶縁基板2の平面7.0b方向に、絶縁基板3の外側面を押圧し、平面6aと略直交する平面6bは、冷却プロック7の基部7aの平面7.0aに押圧されている。よつて、基板体4は、各絶縁基板2、3の両側面を各プロック6、7によって押圧され、凹部7.2内部にて圧接固定されている。

【0055】ここで、上記の様に、基板体4、第1放熱プロック5、及び冷却プロック7の突出部7.0bは、ネジ8及び第2放熱プロック6を中心として左右两侧に對称され、速やかに放熱される。

【0056】同時に、IGBTチップ1a及びFWDチップ1bの表面(絶縁基板3側)からも絶縁基板3、そして、絶縁基板3外側から高熱伝導放熱材9を経て第1放熱プロック6へ、次に、第1放熱プロック5の平面6bから高熱伝導放熱材9を経て冷却プロック7の基部7a、7.0a、更に冷媒Wへとスマーズに伝導され、速やかに放熱される。このように、半導体素子1両側から放熱がなされる。

[0061] ところで、本実施形態によれば、基板体4に直接接触して放熱させる第1放熱ブロック5及び冷却ブロック7を1つの放熱体とした場合、基板体4を固定する第2放熱ブロック6及びネジ8は固定部材に相当する。ここにおいて、基板体4と固定部材であるネジ8とが、放熱体6、7に対して同一方向から挿入可能となっているため、組付けが容易ができる。

[0062] ここで、ネジ8は、介知ブロック7に挿入された際に第1放熱ブロック5を挿入方向に押圧して介知ブロック7に支持させる支持部材であり、第2放熱ブロック7は、ネジ8の挿入により突出部が前面6aを突き出る部で、介知部材4を回部7bに押すことで接する押熱部材である。なお、支持部材としては、基板部材であるネジ8に限定されない。また、押圧部材である第2放熱ブロック7は、より放熱性を向上させるべく、熱伝導性を有する部材から成されているが、熱伝導性を有する部材でなくともよい。

[0063] さらに、本実施形態では、各部材が放熱体5、6、7に対して一方向から挿入可能であるため、基板体4の4脚うち半導体素子4aが複数個の回部7の2を自由に2次元的に配置でき、素子の配線密度が高くならない。例えば、基板体4を紙面垂直方向に複数個配置されるべく、基板体4を紙面垂直方向に複数個配置されるべく、基板体4を紙面垂直方向に複数個配置されるべく、

[0064]また、本実施形態によれば、固定部材6、8で押す前では、基板体4は凹筋72に押入するだけで両プロック6、7に挟まれて仮固定されるので、余分な組付具が不要とでき、組付が容易とできます。また、本実施形態によれば、1つの共通な押圧部材2を複数個もしくは2つある場合、第1の基板体4を固定して、第2の基板体4を3つ目の第2放熱ブロック6及びネジ8で組付けする。よって、組付工事が低減でき、組付が容易とできます。

[0065]また、本実施形態によれば、冷却ブロック7の内部に、複数個の基板体4を冷却するための冷却管が形成される单一の冷却流路7 dを形成しているから、各基板体4毎に別々の冷却流路を形成したり、冷却流路をつなぐ別体の接続部材(ハイド等)等が不要とでき、構造の複雑性を簡便化した本方式の半導体装置を提供できる。また、本実施形態によれば、複数個の基板体4に及ぶ主冷却路70 dと各基板体4の片面近傍に並びる副冷却路71 dから構成している。本実施形態では、半導体素子1において、特に片面の方が他面よりも堅立って発熱が大きいことはないが、発熱が片面に偏るような半導体素子を用いた場合、その片面の近傍に副冷却路71 dを配置することができ、効率的な放熱が可能となる。

[0066]また、本実施形態によれば、基板体4の片面には、冷却流路7 dの副冷却路71 dを流れれる冷却WVによ

100671 また、本実施形態によれば、半導体素子 1 の両面にて熱伝導性を有する一対の絶縁基板 2、3 をそれぞれ各プロック 5、7 に接着させるようにしておあり、半導体素子 1 の絶縁性が良好に確保できる。また、本実施形態によれば、布接プロック 7 の半導体素子 1 の両面にて熱伝導性を有する一対の絶縁基板 2、3 を接着させるようにしておあり、半導体素子 1 の絶縁性が良好に確保できる。

面とし、この面71aを接置の取付面としているか
また、本実施態では、IGBTチップ1
100681または、本実施態では、IGBTチップ1
及びFWDチップ1bの各電極と絶縁基板2、3の電
極との間にバッターン21、31、92をもう付けにより接合し
るので接合（接線）部分の面積が大きくなる。これによ
り、電気抵抗及び熱抵抗を小さくすることができます。
ところで、上記例では密着
して高熱伝導熱材9を用いたが、この高熱伝導
材9について、以下、より詳しく述べる。
半導体装置において、半導体素子を
固定するためのナット等の接頭子によ
り、半導体素子を接続する。

、放熱させる構造においては、放熱性のグリースが用いられる。これは、シリコーンオイルに、アルミナ粉を配合して熱伝導率が高い充填材を配合したものである。例えば、アルミナは熱伝導率：約 2.0 W/mK 程度である。また、これらを配合したグリース自体の熱伝導率は約 0.8 W/mK 程度である。

0071 2つの基材間に挟まれた物質の熱伝導率に反比例し、その厚さに比例するからである。

0072 一般に、基材の表面には數へ數十μの凹凸の隙間が存在する。従って、單に、基材同士の面を貼付けただけでは、この凹やうねりにより基材間に嵌めこむ隙間が発生することになる。従来の放熱性グリーフは、2つの基材間に嵌こんで、この凹やうねりを埋めたり、2つの基材間に隙間が発生することを低減する効果をもつ。また、グリースを塗布しても、2つの基材間に隙間がなるべくならないようになることが要である。

0073 このような観点から、従来の放熱性グリー

フは、凹やうねりを埋め込むのに十分な低い粘度を保つ必要がある。一般に、放熱性を高めるには、高熱伝導

性のフィラの配合量を増加させる必要があるが、これは同時に粘度の上昇も引き起し、凹凸が埋めめなくなったり、塗布厚みが厚くなるという問題がある。これを解決するには、放熱グリースのベースとなるオイルの粘度を下げる手法が考えられるが、粘度の低いオイルは、製品が高価に陥る場合は、高溫時にさらに粘度が低下し、オイル成分が流れだすという不具合を引き起こす。特に、極めて高い熟熱をするパワーデバイスでは、製品の動作時の温度が高く、ベースオイルの低粘度化により放熱性が行えない。

【0073】なお、放熱性グリースはオイルをベースと

繊維材 9、及び樹脂脂 9' に内包された熱伝導性の
樹脂材 9、からなる密着材を用いれば、各接合界面にお
いて、基材同士の密着性及び熱伝導性を確保して放熱性
を高めることができることを見だした。ここで、面熱伝
導性ゴム 10 などのように、上記シリコーンゲルの他に、シリ
コーン樹脂やポリエチテル系樹脂、あるいは面熱伝導性ゴム
などのように、上記シリコーンゲルの他に、シリコーン樹脂や
ポリエチテル系樹脂、あるいは面熱伝導性ゴム

【0078】以下、これら樹脂材9に種々の配合材9a～gを配合した場合を、図7に示す。なお、これら樹脂材中、1及び2は、貼り合わされる2つの素材であり、上記例においては、絶縁基板2、3、各プロック5、6、7に相当する。また、第1の手段は、上記図6に示した高燃伝導燃材9と同様のもので、熱硬化しても低い弾性率を保つシリコーンケル(後化成後)の弾性率0.1MPa以下)等の樹脂材9aに、且合材9bとして高燃熱性のフィラを混合した高燃伝導材9である(図7(a))。

【0079】ここで、樹脂材9aは、熱硬化により全体が3次元架橋しているため、製品が高い程度(例えば60℃以上)に暖められても、先來の上記放熱性グリーンのように崩れだすことがない。また、強度が低いた

することができ、從來の上記導電性ベーストのようにクランクが発生しない。

[0080] 特に、上記例では、デバイスの特性は、別途絶縁基板2、3で確保する構造のため、從来の放熱性フィラ(＝高熱伝導率の高い金属系フィラ(A_B、Cuなど)などを用いることができる。本発明者等の検討によれば、熱伝導前の熱度が約0.3Paのシリコーン樹脂(配合材)を9.3wt%配合した場合、熱伝導率1.3W/mKを達成できる。

[0081] また、本第1の手段においては、図7(a)に示す様に、さらに、フィラを高充填するため大径フィラAの隙間に小径フィラBを詰め込んでいくことで、粘度上昇を抑えるながら高充填率できることが可能となる。例えば、上述した様に、平均粒径が5μm四方咲しまして、粒径0.4ないし0.1μm(フィラA)と、粒子Aに対し、粒径0.4ないし0.1μm(フィラB)を混合する。

[0082] ここで、これらフィラA、Bの充填率はどのようにして設定することができる。すなわち、フィラ単体を定容容器で計り取り、その重量を評量する。フィラ全體に換算する。定容容器を用いてフィラ体積を計算する。この測定結果を元に充填率を計算する。この測定方法は、0.2cm³/cm³以上あることが望ましい。

【0078】以下、これら樹脂材9_aに種々の配合材9_bを配合した種々の手段を、図7ないし図9に示す。なお、これら各図中、1及び2は、貼り合わされる2つの基材であり、上記例においては、絶縁板2、3、各ブロック6、6、7に相当する。また、第1の手段では、上記図6に示した高熱伝導熱材9と同様のもので、熱硬化しても低い弾性率を保つシリコーンゲル(液体化後)の弹性率0.1MPa以下等の樹脂材9_aに、配合材9_bとして高放熱性のフィラを混合した高熱伝導熱材9である(図7(а)).

【0079】ここで、樹脂材9_aは、熱硬化により全体が3次元架橋しているため、製品が高い強度(例えば160℃以上)に曝されても、従来の上部放熱性グリースのように剥離されすることがない。また、弹性率が低いため、

[0080] 特に、上記例では、デバイスの絶性は、
他の部途絶縁基板2、3で確保する構造のため、後來の放熱
性能グリースのような絶縁性フィラは特に必要なく、より
高い熱伝導率の金属系フィラ（Ag、Cuなど）などを
用いることができる。本発明等の検討によれば、熱伝
導率が約0.3Pa/sのシリコーン樹脂（樹脂材）
で、平均放熱6μmの球状Cuフィラ（配材）を9.3
wt%配合した場合、熱伝導率1.3W/mKを達成で
きる。

[0081] また、本第1の手段においては、図7
(a)に示す様に、さらに、フィラを高充填するため
に、大径フィラAの隙間に小径フィラBを詰め込んで
おくことで、粘度上昇を抑えるながら高充填化できることが
判明した。例へば、上述した様に、平均粒径が6~6.0
μm程度までは2.0~6.0 wt%の大径球状粒子（大径フ
ィラ）Aと、粒子Aに対し、粒径比0.4ないし0.
2、配合比1:1ないし1:1.9の小径球状粒子（小径
フィラ）Bを混合する。

[0082] ここで、これらフィラA、Bの充填率は次
のようにして推定することができる。すなわち、フィラ
単体を定量容器で計り取り、その重量を秤量する。フィ
ラ体積を用いてフィラ体積に換算する。定量容
器全體の体積に占めるフィラの体積を計算する。この測

度、配合材 9 b を構成するファイラ同士を連結させることで、配合材としての金属は、1種類でよい。また、あるいは長い金属繊維をランダムに絡ませ、合

も2種類以上を組み合わせてもよい。金属としては、A g、C u の他、N i、A l、S r などを用いることができる。また、金属以外であっても高熱伝導性のアリウムやダイヤモンドなどの半結晶ファイラや、シリコーンやポルブランクなどのグラファイト系ファイラを用いることができる。

【0084】また、配合材の粒子の形状としては、球状のみでなく、偏平状なども用いることができる。偏平状の場合は、2つの基材の間に配向することにより放熱性を高められる。ところで、さらに、ファイラを高活性化していくと、ファイラ同士がお互いに接触しあうようになる。この接触による摩擦が、高熱伝導放熱材 9 全体の粘度上昇という現象となって現れ、ある一定以上は、ファイラ混合量(配合材の混合量)を増加することができなくなる。

【0085】そこで、第2の手段は、第1の手段に加え、適用する段階において樹脂材に、粘度を低く保つための滑剤を組合せし、一方の基材にこれを充填後、滑剤を押入化を行い、その上に、他方の基材を充填させる手段である。滑剤としては、樹脂作業中の揮発性で埋めると効果が悪い。さらには、金属メッシュと、樹脂ファイラを組み合わせて配合材 9 b として使用すると、より放熱効果が高い。

【0086】本発明者等の検討によれば、直径約1.00 μm のC u ファイラで構成した金属メッシュ(1.00 μm × 厚み約2.00 μm)に、上記A g 連結ファイラを配合したシリコーン樹脂を塗布した構造で、熱伝導率8W/mKが達成できることを確認した。なお、メッシュの材料Kが達成できることを確認した。

【0087】第4の手段は、樹脂材 9 に配合された配合材 9 b を、2つの基材 1 及び 2 に隙間に直接接続させようとした構造としたものである。つまり、配合材 9 b を高熱伝導性の介在物として2つの基材 1 及び 2 間を直接連結させようとする。本第4の手段の場合は、各基材 1 及び 2 のうちやや凹出に柔軟に対応できるよう、介在性を有する配合材 9 b の材質は柔軟性を有せざる配合材(介在物)の柔軟性を有する場合である。この柔軟性を持つ繊維である。

【0088】もちろんこのためには、樹脂材 9 を構成する樹脂が、上記第1の手段に示したような押さえつけの力で十分に変形できるほど柔らかいものでなければならぬ。なお、本第2の手段においても、配合材 9 b が存在する。このままでは、熱伝導性が低下することができる。樹脂が剛性のためには、樹脂材 9 b の材質は柔軟性を有せざることはない。

【0089】第9の手段は、樹脂に混入する前から、配合材 9 b 同士の接触を伴せたものである。上記第1及び第2の手段では、配合材(ファイラ) 9 b は粒状であり、樹脂に多量に配合することで、接触を保つようにしているが、本第3の手段では、混合する前からある程

を2つの基材間に接む(図8(c)参照)。なお、樹脂材 9 b としては、ゴム以外にもシリコーンゴム、シリコーン系樹脂、ポリエチレン系樹脂等が用いられる。細かい繊維が重なり合っているため柔軟性があり、基材の凹凸に合わせて変形する。

【0090】A g の棒状ファイラ(粒子)は、樹脂中に結晶成長させることで、製造される。この成長中に、A g ファイラ同士に結晶力が働くようになり、繊維を隔壁することによって变形し、繊維の両端が基材 1 及び 2 に接するようになる。この織造方向に放熱路路が確保され、良好な放熱ができるようになる。繊維の材質としては、ガラス繊維、釣り糸などのナイロン系樹脂、金属(C u、N i、A u、A g 等)、炭素繊維などを用いることができる。これを基材 1 及び 2 で挟むと、突起の部分は、細いため剛性が弱く、これが基材に沿って変形波形は熱伝導性が良好な材料なので、高い放熱効果が得られる。

【0091】さらに、図8(d)に示す様に、ゴム部分を表面から離すアルカリ等の液によるエンチング等により除去し、基材 1 及び 2 の接觸部分に、繊維のみが存在する(図8(e))にて、番号9 b 部分)箇所が大きくなるようすれば、さらに柔軟性が増加し、基材 1 及び 2 の接觸が取りやすくなる。また、繊維自体の柔軟性が高くななくても樹脂材 9 の部分が、基材 1 及び 2 に挟まれた状態で、一旦屈曲するようになる。この構造を製造しておき、基材で挟んだ状態で加熱すれば、繊維は容易に合わせ変形したり、移動によって変形・移動する。その後、熟硬化し、固化することを防ぐために、熱可塑性樹脂を用いて、繊維が固定される。あるいは、熱可塑性樹脂を用いて、組み付け時に加熱し、一度熟成させ、そのまま冷却することで固化させてもよい。

【0092】次に、第2の例は、基材の間は、樹脂材 9 a を充填されて埋められている。さらに、この隙間に上記第1および第2の手段で示した高放熱性ファイラを配合した樹脂で埋めると効果が悪い。さらには、金属メッシュと、樹脂ファイラを組み合わせて配合材 9 b として使用すると、より放熱効果が高い。

【0093】本発明者等の検討によれば、直径約1.00 μm のC u ファイラで構成した金属メッシュ(1.00 μm × 厚み約2.00 μm)に、上記A g 連結ファイラを配合したシリコーン樹脂を塗布した構造で、熱伝導率8W/mKが達成できることを確認した。なお、メッシュの材質としては、金属繊維のみならず、放熱性の高い炭酸繊維などを用いることができる。

【0094】第4の手段は、樹脂材 9 に配合された配合材 9 b を、2つの基材 1 及び 2 に隙間に直接接続させようとした構造としたものである。つまり、配合材 9 b を高熱伝導性の介在物として2つの基材 1 及び 2 間を直接連結させようとする。本第4の手段の場合は、各基材 1 及び 2 のうちやや凹出に柔軟に対応できる。繊維が剛性のためには、樹脂材 9 b の材質は柔軟性を有せざる配合材(介在物)の柔軟性を有する場合である。この柔軟性を持つ繊維である。

【0095】また、本実施形態では、第1放熱ブロック 5 が存在する同一形状の2つの突出部 7 b を形成しておらず、これら2つの突出部 7 b の間で、1つの基板体 4 を圧接着固定する構造である。各突出部 7 b は、上記第1実施形態同様に、平面70°とほぼ直角を成す平面70°を有するが、基部7 a において、基部7 a の平面70°から同一方向に突出する同一形状の2つの突出部 7 b を形成しており、これら2つの突出部 7 b の間に、1つの基板体 4 ブロック 7 において、基部7 a の平面70°と反対側は斜面73を構成している。そして、各突出部 7 b は内部に副流れ7 b を有する。

【0096】また、本実施形態では、第1放熱ブロック 5 の形状が上記第1実施形態とは異なる。図10に示す様に、本実施形態の第1放熱ブロック 6 は、その平面(突出部前面)6 a と冷却ブロック 7 の一部(側面10)にて左側突出部 7 b の間に凹部72を構成することは同一である。しかし、冷却ブロック 7との接触が基台7 b ではなく、他側(図10にて右側)突出部 7 b の斜面73を構成している。

7.3にて示されている。そのため、第1放熱ブロック6において、他側突出部7 bの斜面7.3と接する突出部接合面(平面6.6と反対側の面)6.9は、他側突出部7 bの斜面7.3と対応した斜面形状を構成している。

[0.1.0.6] また、本実施形態では、上記第1実施形態に示す第2放熱ブロック6の代わりに、ゴムやバネ材等からなる弾性部材1.4が押圧部材として用いられており。また、ネジ穴7 cは、他側突出部7 bに形成されている。弾性部材1.4は、一端側をネジ8により行われる。弾性部材1.4が押圧部材として用いられており、上面を押圧する。すると、第1放熱ブロック5において、突出部接合面6.3は、他側突出部7 bの斜面7.3に押圧されるが、第1放熱ブロック5は、斜面7.3に沿って図1.0の下方に滑る。そのため、平面6.6は、一端突出部7 bの平面7.0b方向に、絶縁基板2、3の両外面を押圧され、凹部7.2内部に圧接固定される。

[0.1.0.7] また、絶縁基板2、3の両外面を押圧され、凹部7.2と、この基台部7.0と、この基台部7.0より構成されているが、ここで、内部に冷媒流路7 dの副流路7.1 dが形成された突出部7 bを第1の突出部7 bとする。また、基台部7.0から第1の突出部7 bと同一方向に突出するとともに、ネジ8が結合されるネジ穴7 cが形成された突出部7.0を第2の突出部7.0とする。

[0.1.0.8] そして、本実施形態においても、上記第1実施形態同様に、基板部4とネジ8とが同一の押入方向となっており、組付容易化及び緊子の配線自由度向上が図られる。また、第1放熱ブロック5による基板部4の固定定可能である。また、単一の冷媒流路7 dによる構造の簡単化及び小型化も図れる。

[0.1.0.8] (第3実施形態) 図1.1に本発明の第3実施形態に係る半導体装置1.0を示す。なお、基板部4は、上記第1及び第2実施形態と同一であるが、上記図1.0同様に、図1.1中、電極バッターン2.1、3.1は省略してある。また、図1.1中、上記第1実施形態と同一部分は同一符号を付し、以下、主として異なる部分について述べる。

[0.1.0.9] 本実施形態の第1放熱ブロック6は、図1.1に示す様に、上記第1実施形態の第1放熱ブロック6において斜面6.5cの無い断面長方形としたものである。そして、本実施形態でも、上記第2放熱ブロック6の代わりに、ゴムやバネ材等からなる弾性部材1.4が押圧部材として用いられている。ここで、押圧部材1.4は、第1放熱ブロック5を図1.1にて上方から下方へ押さえ付ける第1押圧部材1.4aと、第1放熱ブロック5を図1.1にて右側から左方へ押さえ付ける構造形状の第2押圧部材1.4bとからなる。

[0.1.0.10] 本実施形態においても、図1.1にてネジ8の右側に、左側の構成を対称にすれば、上記第1実施形態と同様の効果が得られる。

(第4実施形態) 図1.2に本発明の第4実施形態に係る半導体装置1.0の概略断面構成を示す。本実施形態の

絶縁基板2、3との接触界面、及び、第1放熱ブロック6と共に、一方の絶縁基板2、3の間に半導体素子1を挟んで基板部4を構成した後、この基板部4を放熱ブロック6及び6.6によって、冷却ブロック7とこの接触部を介して、両導放熱材9を介して接続している。そして、放熱作用について述べると、基板部4にて発生した熱は、絶縁基板2の外側から冷却ブロック7の基台部7.0へ伝達される。このようにして、複数個の基板部4の各々に対して1個のネジ8により放熱部材4を固定するため、各個の第2放熱ブロック7の表面を有し且つ個々の第2放熱ブロック7の表面に応じた面槽を有し且つ個々の第2放熱ブロック6に対して作業が容易となる。

このように、半導体素子1の両側から放熱が成される。半導体装置では、基板部4を2次元状に配置する場合にも、配線面槽に応じた面槽を有し且つ個々の第2放熱ブロック6に対しても固定するため、固定作業が容易となる。

[0.1.1.1] ここで、上記図4に示した第1実施形態の半導体装置では、基板部4が設置タイプであるのに対して、本実施形態では基板部4を横置きタイプとしたところが主たる相違点である。よって、基板部4における電極バッターン2.1、3.1の貫通穴2.1 c、3.1 c側端部の取り出し方向は、図中の紙面垂直方向に取り出したものとされている。以下、主として、図4と異なるところについて述べ、同一部分は図1.2中、同一符号を付して説明を省略化する。

[0.1.1.2] 本実施形態においては、冷却ブロック7は、基板部4の4回部7.2への挿入時における両プロック5、7による仮固定の効果を除いては、上記第1実施形態においても、半導体装置は基板部4を横置きタイプとしたところが主たる相違点である。なお、本実施形態においても、図1.2中の破線K'にて示す様に、基板部4側の内耳が主流路7.0 dと同程度となるよう引張り出し方向は、図中の紙面垂直方向に取り出したものとされている。以下、主として、図4と異なるところについて述べ、同一部分は図1.2中、同一符号を付して説明を省略化する。

[0.1.1.3] 本実施形態においては、冷却ブロック7は、基板部7.0と、この基台部7.0から突出する突出部7.0より構成されているが、ここで、内部に冷媒流路7 dの副流路7.1 dが形成された突出部7 bと同一方向に突出するとともに、ネジ8が結合されるネジ穴7 cが形成された突出部7.0を第2の突出部7.0とする。

[0.1.1.4] そして、冷却ブロック7における基台部7.0と第1の突出部7 bと第2の突出部7.0とにより囲まれる空間が、基板部4が押入される凹部7.2として構成されている。本実施形態では、基板部4は、この凹部7.2に対して、冷却ブロック7の基台部7.0の平面7.0aの上方(図1.2中の上方)から押入され、絶縁基板2の外側が冷却ブロック7の平面7.0aに接触して配置されている。

[0.1.1.5] また、本実施形態では、第1放熱ブロック6において、冷却ブロック7の突出部7 bの平面7.0bと第1の突出部7 bと第2の突出部7.0とにより囲まれる空間が、基板部4が押入された凹部7.2として構成されている。基板部4は、この凹部7.2を介して基板部4を凹部7.2に圧接するための第2放熱ブロック5(押圧部材)6.6と、この第2放熱ブロック6を介しての第1放熱ブロック5を同時に押さえつけることの可能なブレード(一括押さえ部材)2.0と、このブレード2.0を放熱部材5、7に固定するためのネジ8(支持部材)とを有している。

[0.1.2.0] ブレード2.0は、板状本体の一面向から同一方向に突出する棒状の突起部2.0a、2.0bを有する。また、各第2放熱ブロック6のうち少なくとも1つ(図示例では3個のうちの中央の1個)には、上記ネジ8を押入するための上記穴6.6が形成されるとともに、その上面に僅んだガイド部6.4が形成され、また、穴6.6の無いものの上面には僅んだガイド部6.6 cが形成されている。冷却ブロック7には、穴6.6に対応した部分に上記ネジ穴7 cが形成されている。このとき、ブレード2.0は、図1.3に示す様に、第2放熱ブロック8の穴6.6を通して冷却ブロック7にネジ結合されている。このとき、ブレード2.0の突起部2.0aは、その先端部が左右の第2放熱ブロック6のガイド部6.6 cに嵌め込まれて固定され、また、突起部2.0bは、その先端部が中央のガイド部6.6 dを、ネジ8の押入方向に押圧する。

[0.1.2.2] ネジ8のネジ結合により、3個の第2放熱ブロック6はネジ8の押入方向に押圧されるため、各第2放熱ブロック6は、第1放熱ブロック5を介して、両側放熱材9を介して接続することができる。このようにして、放熱作用により放熱部材4を固定することができる。このようにして、本実施形態によれば、複数個の基板部4の各々に対して1個のネジ8により放熱部材4を固定するため、各個の第2放熱ブロック7の表面に応じた面槽を有し且つ個々の第2放熱ブロック6に対して作業が容易となる。

[0.1.2.3] なお、基板部4を2次元状に配置する場合にも、配線面槽に応じた面槽を有し且つ個々の第2放熱ブロック6に対して押圧する場合においても、各個の第2放熱ブロック6に対しても固定するため、固定作業が容易となる。

[0.1.2.4] また、ブレード2.0は、ネジ8により放熱部材5、7に固定するものではなくとも、例えば、放熱部材5、7における冷却ブロック7の外周部にて、ブレード2.0と冷却ブロック7とをクリップ等にて固定するよ

うにして良い。以上述べてきたように、上記各実施形態においても、図1.2中の破線K'にて示す様に、基板部4側の内耳が主流路7.0 dと同程度となるよう引張り出し方向は、内耳が主流路7.0 dの形状を設定すれば、上記第1実施形態においても良い。

[0.1.2.4] また、ブレード2.0は、ネジ8により放熱部材5、7に固定するものではなくとも、例えば、放熱部材5、7における冷却ブロック7の外周部にて、ブレード2.0と冷却ブロック7とをクリップ等にて固定するよ

うにして良い。以上述べてきたように、上記各実施形態において、基板部4は、片面を冷却ブロック7へ、他面を第1放熱ブロック5を介して冷却ブロック7へ、それぞれ接触させ、効率的に放熱できる。また、これら各接触面は、固定部材6、8、1.4により押圧されているため、接触がしっかりとしたものとなっている。さらに、基板部4と各第2放熱ブロック6、7との接触面に高熱伝導放熱材9を介在させて、密着性を確保し、より高いレベルで放熱が確保されている。

[0.1.2.5] 本発明の第1実施形態に係る半導体装置の全体構成を示す斜視図である。

[図2] 図1のA矢印図である。

[図3] 図2のB-B断面図である。

[図4] 図3の部分拡大図である。

[図5] 上記図1ないし図4に示す基板部の詳細構成を示す図である。

[図6] 本発明に係る密着材の構成を示す説明図である。

[図7] 本発明に係る密着材の種々の手段を示す図である。

[図8] 上記密着材の種々の手段を示す図であり、(a)乃至(d)は第3の手段、(c)及び(d)は第4の手段の各例を示す。

[図9] 上記密着材の手段を示す図であり、(a)乃至(d)は第4の手段の各例を示す。

[図10] 本発明の第2実施形態に係る半導体装置を示す図である。

[図11] 本発明の第3実施形態においても、図示していないが、第1放熱ブロック5及び冷却ブロック7と絶

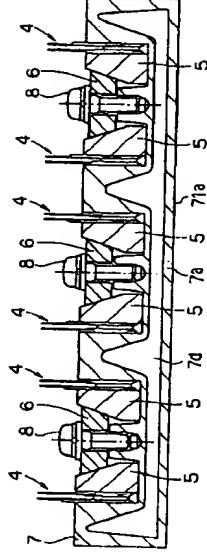
【図12】本発明の第4実施形態に係る半導体装置の概略断面構成を示す図である。
 【図13】本発明の第5実施形態に係る半導体装置の概略断面構成を示す図である。

。

【符号の説明】
 1…半導体素子、2、3…絶縁基板、4…基板体、5…第1放熱ブロック、6a…第1放熱ブロックの突出部対向面、6…第2放熱ブロック、7…冷却ブロック、7a…

…冷却ブロックの基台部、7b…冷却ブロックの突出部(第1の突出部)、71a…冷却ブロックの基盤取付面、7d…冷却底盤、70d…冷却底盤の主底面、71d…冷却底盤の副底面、7e…冷却ブロックの第2の突出部、8…ネジ、9…高伝伝導放熱材、9a…樹脂材、9b…混合材、1、4…弹性部材、2、0…フレート、72…凹部、91b…芯材、92b…放熱層。

【図13】

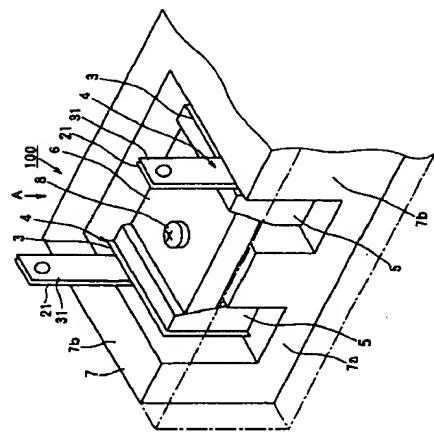


…冷却ブロックの第4実施形態に係る半導体装置の概略断面構成を示す図である。
 【図14】本発明の第5実施形態に係る半導体装置の概略断面構成を示す図である。

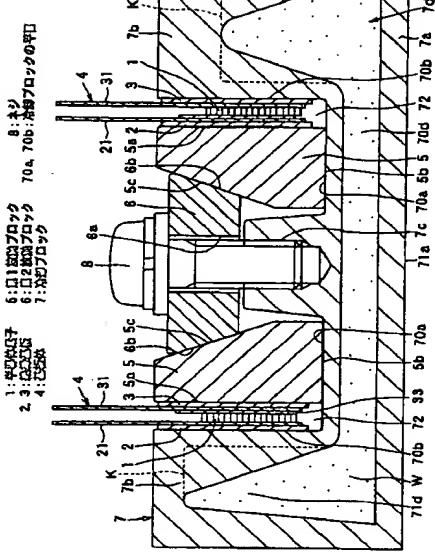
。

【符号の説明】
 1…半導体素子、2、3…絶縁基板、4…基板体、5…

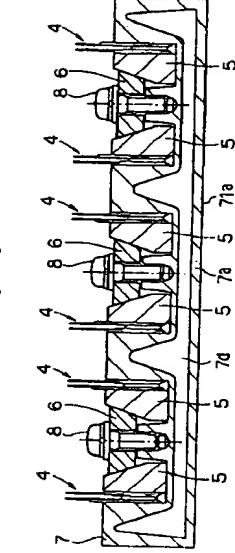
【図14】



【図4】

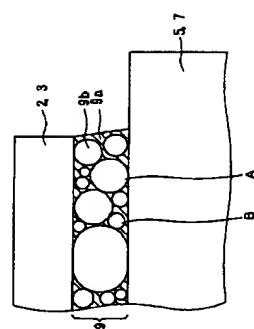


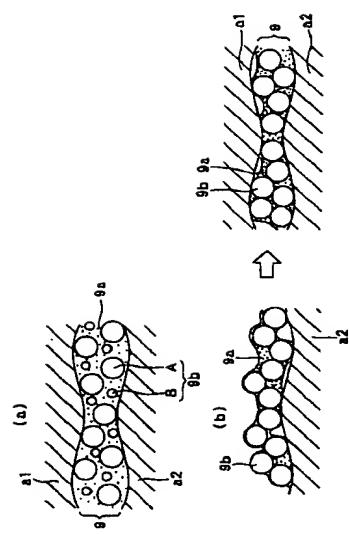
【図3】



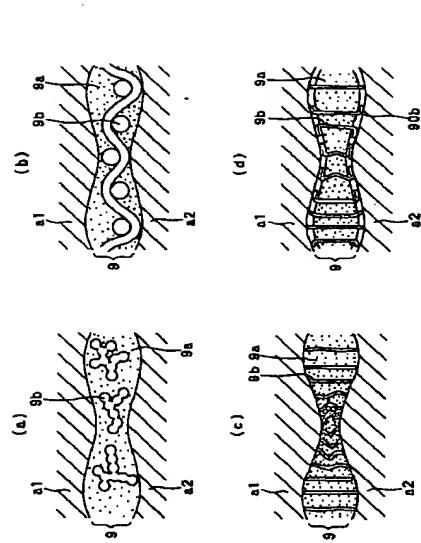
【図1】

【図6】

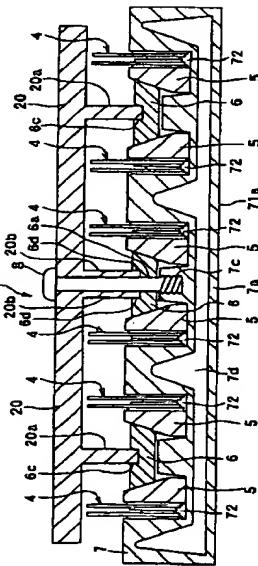




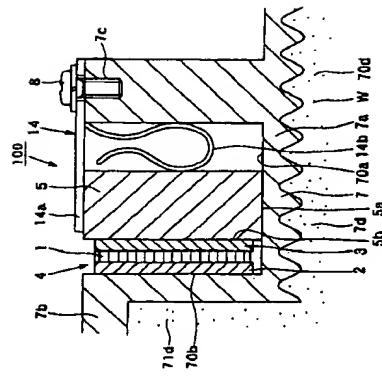
18



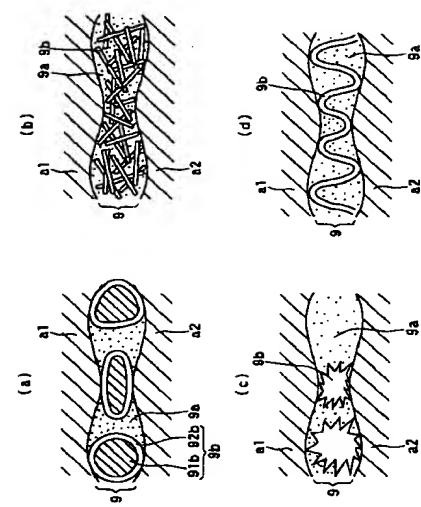
18]



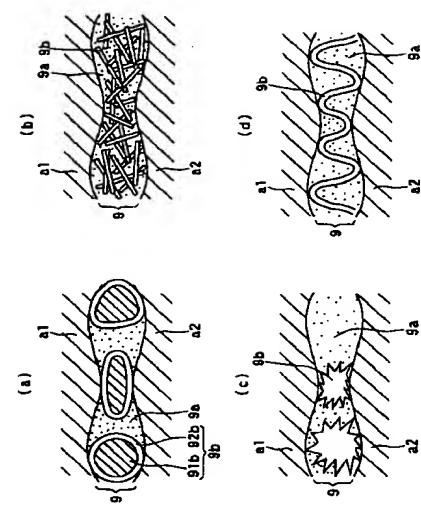
11



16



19



19

[図12]

